

# Spectroscopie Baryonique à GRAAL

*D. Rebreyend, J.-P. Bocquet, A. Lleres, L. Nicoletti (doctorant), V. Kouznetsov (visiteur)  
Collaborations : LPSC Grenoble, IPN Orsay, INFN Italie, INR Moscou, KIAE Moscou*

*The activity of the GRAAL group has been mainly devoted to the analysis of photo production reactions on the proton. Beam asymmetries and differential cross sections were extracted up to 1.5 GeV gamma-rays energy for  $\pi^0$ ,  $\eta$ ,  $\omega$ ,  $\Lambda$  and  $\Sigma$ . Preliminary results were also obtained for the  $\eta$  channels on the neutron. The  $\gamma d \rightarrow K \Lambda n$  reaction was also studied in order to search for the exotic baryon  $\theta^+$  state with quantum numbers of a pentaquark.*

L'ensemble expérimental GRAAL, installé auprès de l'ESRF à Grenoble, est constitué d'un faisceau de photons polarisés linéairement et d'énergie maximale 1,5 GeV associé à un dispositif de détection  $4\pi$  de particules chargées et neutres. Cet appareillage est dédié à la mesure d'observables liées à la photo production de mésons ( $\pi$ ,  $\eta$ ,  $\omega$ , K) sur le proton et le neutron. Le but de ces mesures est l'étude des propriétés des états excités (résonances baryoniques) du nucléon.

Après avoir largement contribué à la construction et à la mise en œuvre de l'expérience (1992-1996), le groupe GRAAL du LPSC a pris en charge la maintenance et l'amélioration d'une grande partie de l'expérience ainsi que l'analyse de plusieurs canaux. Les améliorations apportées au dispositif expérimental ont, en particulier, consisté dans le développement d'un nouveau système de régulation automatique du faisceau et d'un polarimètre permettant de mesurer en ligne les degrés de polarisation linéaire et circulaire du faisceau. Par ailleurs, nous avons obtenu pour la première fois une mesure très précise de l'énergie des électrons de la machine par la méthode de dépolarisation résonnante.

## ► Photo production sur le proton

Les asymétries faisceau  $\Sigma$  associées à la photo production de mésons  $\pi^0$ ,  $\eta$ ,  $\omega$  et K ont été mesurées jusqu'à 1,5 GeV [1-3]. Les sections efficaces différentielles et totales ont également été extraites pour les canaux  $\pi^0$ ,  $\eta$  et  $\omega$ .

Pour le  $\eta$ , les asymétries et sections efficaces différentielles extraites jusqu'à 1,1 GeV ont été publiées. L'analyse théorique des données a suggéré la possible existence d'une troisième résonance S11 [2]. L'extension jusqu'à 1,5 GeV est en cours de finalisation et sera prochainement publiée. Pour le canal  $K\Lambda$ , l'extraction d'autres observables (asymétrie de recul P et observables de double polarisation) est actuellement en cours d'étude.

D'autres canaux sont analysés par les autres groupes de la collaboration GRAAL. Les asymétries et sections efficaces mesurées pour la photo production de  $\pi^+$  et de deux  $\pi^0$  ont été récemment publiées [4-5].

## ► Photo production sur le neutron

Les prises de données de l'année 2002 ont principalement été effectuées en utilisant une cible de deutérium. Des résultats préliminaires ont ainsi été obtenus par V. Kouznetsov pour la photo production de  $\eta$  sur le neutron [6].

En particulier, les rapports de sections efficaces différentielles  $\sigma(\gamma n \rightarrow \eta n)/\sigma(\gamma p \rightarrow \eta p)$  ont été extraits à différents angles centre de masse du  $\eta$  et jusqu'à une énergie gamma de 1,1 GeV. Dans la région où la résonance S11(1535) domine, ce rapport est à peu près constant et en accord avec les données existantes. Au-dessus de 1 GeV, une augmentation forte

de la valeur du rapport est observée, indiquant que des résonances de plus grande énergie sont plus fortement couplées au neutron qu'au proton. Des analyses sont actuellement en cours afin d'étendre les données jusqu'à 1,5 GeV ; elles pourront ensuite être comparées à des prédictions théoriques.

## ► Recherche d'états exotiques

Plusieurs expériences récentes ont observé une résonance baryonique étroite, attribuée au  $\theta^+$  (1540), état ayant les nombres quantiques d'un pentaquark, dans des réactions de photo production sur le proton et le deuton [7-11]. À GRAAL, la photo production directe du  $\theta^+$  ( $\gamma p \rightarrow \theta^+ K^0$  ou  $\gamma n \rightarrow \theta^+ K^-$ ) n'est pas possible car son seuil de production est trop élevé (1,74 GeV). Il est cependant possible de le produire indirectement par la réaction  $\gamma d \rightarrow \theta^+ \Lambda$  (le seuil de production est alors de 0,94 GeV). Nous avons analysé les données obtenues avec la cible de deutérium en considérant la décroissance neutre du  $\Lambda$  ( $n\pi^0$ ) et la décroissance du  $\theta^+$  en ( $nK^+$ ). Aucun pic correspondant au  $\theta^+$  n'a été observé et les résultats sont très bien reproduits par la simulation de la réaction  $\gamma d \rightarrow nK^+ \Lambda$  où le neutron de la cible est spectateur. D'autres voies de désexcitation du  $\Lambda$  : ( $p\pi^-$ ) et du  $\theta^+$  ( $pK^0_S$ ) sont en cours d'analyse.

## ► Perspectives

Sur le plan expérimental, l'année 2003 a été consacrée à l'installation à l'ESRF de la cible polarisée HD (HYDILE) développée par l'IPN d'Orsay. L'installation de la cible est maintenant terminée et les tests de fonctionnement sont en cours. Des prises de données, principalement dédiées à la mesure de la règle de somme Gerasimov-Drell-Hearn (GDH), sont prévues courant 2004.

- [1] L. Nicoletti, Thèse de l'Université Joseph Fourier de Grenoble (2002)
- [2] F. Renard et al., Phys. Lett. B528 (2002) 215
- [3] D. Rebreyend, Proceedings of the Workshop on the Physics of Excited Nucleons (Pittsburg, 2002) 1
- [4] Y. Assafiri et al., Phys. Rev. Lett. 90 (2003) 222001
- [5] O. Bartalini et al., Phys. Lett. B544 (2002) 113
- [6] V. Kouznetsov et al., Proceedings of the Workshop on the Physics of Excited Nucleons (Pittsburg, 2002) 267
- [7] T. Nakano et al., Phys. Rev. Lett. 91 (2003) 012002
- [8] DIANA collaboration, hep-ex/0304040
- [9] CLAS collaboration, hep-ex/0307018
- [10] CLAS collaboration, hep-ex/0307088
- [11] SAPHIR collaboration, hep-ex/0307083